

PAT-NO: JP02001249285A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001249285 A

TITLE: SWITCHING DEVICE, OPTICAL SWITCHING UNIT AND VIDEO  
DISPLAY DEVICE

PUBN-DATE: September 14, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SEKI, HIDEYA	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SEIKO EPSON CORP	N/A

APPL-NO: JP2000057678

APPL-DATE: March 2, 2000

INT-CL (IPC): G02B026/08, G02B026/02, G09F009/30, G09G003/20, G09G003/34

ABSTRACT:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a device equipped with a sample-and-hold function which is compact and stores a driving signal in a switching device having an actuator for driving a switching part on a semiconductor substrate.

**SOLUTION:** The semiconductor substrate 20 is constituted of a P type substrate 71, and a N type well 72 is patterned in a part corresponding to the arrangement of a lower electrode 8. The lower electrode 8 is connected with the N type well 72 through a connection electrode 13, an upper electrode 7 is grounded through a connection electrode 12 and electrically connected with the P type substrate 71. When a driver voltage is applied to the lower electrode 8, a depletion layer 79 spreads in the PN joint part 73 of the well 72 and the substrate 71, thereby forms capacitance having a sample-and-hold function.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **2001-249285**

(43)Date of publication of application : **14.09.2001**

---

(51)Int.Cl.

G02B 26/08

G02B 26/02

G09F 9/30

G09G 3/20

G09G 3/34

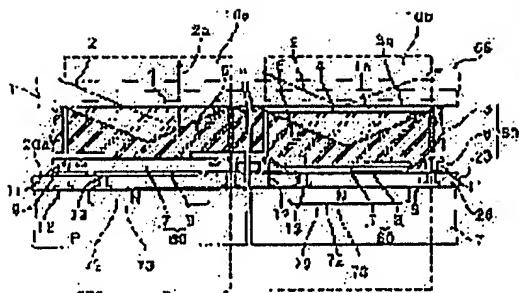
---

(21)Application number : **2000-057678** (71)Applicant : **SEIKO EPSON CORP**

(22)Date of filing : **02.03.2000** (72)Inventor : **SEKI HIDEYA**

---

(54) **SWITCHING DEVICE, OPTICAL SWITCHING UNIT AND VIDEO  
DISPLAY DEVICE**



(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a device equipped with a sample-and-hold function which is compact and stores a driving signal in a switching device having an actuator for driving a switching part on a semiconductor substrate.

**SOLUTION:** The semiconductor substrate 20 is constituted of a P type substrate 71, and a N type well 72 is patterned in a part corresponding to the arrangement of a lower electrode 8. The lower electrode 8 is connected with the N type well 72 through a connection electrode 13, an upper electrode 7 is grounded through a connection electrode 12 and electrically connected with the P type substrate 71. When a driver voltage is applied to the lower electrode 8, a depletion layer 79 spreads in the PN joint part 73 of the well 72 and the substrate 71, thereby forms capacitance having a sample-and-hold function.

## CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The switching device with which it is the switching device which has a semiconductor substrate, the actuator for a drive built on the front face of this semiconductor substrate, and the switching section driven with this actuator, and at least one PN-junction section used as a reverse bias is formed between the fields where the path cord which supplies drive power to said actuator touches said semiconductor substrate electrically.

[Claim 2] It is the switching device with which it is the electrostatic actuator by which the electrode pair for a drive by which the actuator for said drive was built on the front face of said semiconductor substrate in claim 1 has been arranged, and at least one PN-junction section used as a reverse bias is formed between the fields where each electrode of said electrode pair touches said semiconductor substrate electrically.

[Claim 3] It is the switching device which is the optical switching section driven in the location where said switching section turns on incident light with said actuator in claim 1, and the location to turn off.

[Claim 4] It is the switching device which is the optical switching section driven in the location which extracts the EBANE cent light to which said switching section began to leak from the total reflection side of lightguide with said actuator in claim 1, and the location which is not extracted.

[Claim 5] It is the optical switching section driven in the location which extracts the EBANE cent light to which said switching section began to leak from the total reflection

side of lightguide with said actuator in claim 2, and the location which is not extracted. It is the switching device which said electrode pair is equipped with the 1st electrode which moves with said optical switching section, and the 2nd electrode fixed to said semi-conductor substrate, and is formed so that, as for said PN-junction section, said 2nd electrode may enclose a wrap field for said semi-conductor substrate.

[Claim 6] It is the switching device which said switching section was driven almost in parallel to the front face of said semi-conductor substrate by said electrode pair, and said electrode pair is equipped with the 1st electrode which moves with said switching section, and the 2nd electrode fixed to said semi-conductor substrate in claim 2, and is formed so that, as for said PN-junction section, said 2nd electrode may enclose a wrap field for said semi-conductor substrate.

[Claim 7] The switching device which said two or more actuators are arranged in the shape of an array on the front face of said semi-conductor substrate, and said two or more switching sections drive with these actuators in claim 1, respectively.

[Claim 8] It is the switching device with which it is the electrostatic actuator by which the electrode pair for a drive by which the actuator for said drive was built on the front face of said semi-conductor substrate in claim 7 has been arranged, and at least one PN-junction section used as a reverse bias is formed between the fields where each electrode of said electrode pair touches said semi-conductor substrate electrically.

[Claim 9] It is the switching device which is the optical switching section driven in the location where said switching section turns on incident light with said actuator in claim 7, and the location to turn off.

[Claim 10] It is the switching device which is the optical switching section driven in the location which extracts the EBANE cent light to which said switching section began to leak from the total reflection side of lightguide with said actuator in claim 7, and the location which is not extracted.

[Claim 11] It is the optical switching section driven in the location which extracts the EBANE cent light to which said switching section began to leak from the total reflection side of lightguide with said actuator in claim 8, and the location which is not extracted. It is the switching device which said electrode pair is equipped with the 1st electrode which moves with said optical switching section, and the 2nd electrode fixed to said semi-conductor substrate, and is formed so that, as for said PN-junction section, said 2nd electrode may enclose a wrap field for said semi-conductor substrate.

[Claim 12] It is the switching device which said switching section was driven almost in parallel to the front face of said semi-conductor substrate by said electrode pair, and said electrode pair is equipped with the 1st electrode which moves with said switching section, and the 2nd electrode fixed to said semi-conductor substrate in claim 8, and is formed so that, as for said PN-junction section, said 2nd electrode may enclose a wrap field for said semi-conductor substrate.

[Claim 13] The optical switching unit which has a switching device according to claim 11 and said lightguide.

[Claim 14] The graphic display device which has an optical switching unit according to claim 13 and a means to output and input the light for a display to this optical switching device.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the switching device used for the graphic display device suitable for image projection equipment or image display devices, such as a data projector and a video projector, etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] The thing using liquid crystal as a graphic display device which can carry out on-off control of the light as a light valve of graphic display devices, such as a projector, is known. However, the high-speed response characteristic of the graphic display device using this liquid crystal is bad, and it operates only with the speed of response which is at most several mm second grade. For this reason, it is difficult for the equipment which displays the image of high resolution of which a high-speed response is required, and the switching device with which liquid crystal was further used for optical recording equipments, such as optical communication, optical operation, and a hologram memory, and an optical printer to realize.

[0003] Then, the switching device in which high-speed operation is possible or graphic display device which can respond to the above applications is called for, and development of the switching device equipped with the fine structure (micro structure) of micron order or still smaller submicron order is furthered wholeheartedly.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] One of them is a micro mirror device, and it supports a mirror possible [ revolution ] in York, changes the include angle of a mirror, modulates incident light corresponding to an electric or optical input, and it carries out outgoing radiation.

[0005] Moreover, it is possible to move the optical element equipped with the reflex function or the transparency function in parallel with an actuator, and to modulate incident light, and it is also possible to constitute the switching device (optical switching device) which turns into a graphic display device based on such a principle. total reflection of the light for which an applicant for this patent is applying is carried out, and the extract side of the switching section is contacted to the total reflection side of the light guide section which can be transmitted -- making -- EBANE cent light -- extracting -- the minute motion not more than about one wave or it of an optical element -- a high speed -- light -- a modulation -- a controllable optical switching device is also one of them.

[0006] The outline of a projector 80 is shown as an example of the graphic display device using the graphic display device (optical switching device) which performs switching by EBANE cent light to drawing 1 . This projector 80 is equipped with the source 81 of the white light, the rotation color filter 82 which decomposes the light from this source 81 of the white light into the three primary colors, and carries out incidence to the light guide plate (lightguide) 1 of the graphic display unit (optical switching unit) 55, the graphic display unit 55 which modulates and carries out outgoing radiation of the light of each color, and the lens 86 for projection which projects the light 85 by which outgoing radiation was carried out. And the light 85 which became irregular for every color is projected on a screen 89, and the image of the multicolor of many gradients is outputted

by carrying out color mixture in time. The projector 80 is equipped with the control circuit 84 which controls the graphic display unit 55 and the rotation color filter 82, and displays a color picture further. The image display unit 55 is constituted by lightguide 1 and the graphic display device (optical switching device) 50 explained in full detail below, and the data phi for displaying a color picture from this control circuit 84 etc. are supplied to the graphic display device 50.

[0007] Thus, the projector 80 shown in drawing 1 A means to output and input a light equipped with the lens 85 which projects the light by which outgoing radiation was carried out to the lightguide 1 transmitted while carrying out total reflection of the light from lightguide 1 with the light source 81 which supplies the light for projection, It has the graphic display device 50 which modulates the light for projection supplied to lightguide 1, and the EBANE cent light leaked from lightguide 1 with the graphic display device 50 is controlled, and an image is displayed.

[0008] The outline of the graphic display device (EBANE cent light switching device) 50 which modulates light to drawing 2 using an EBAN cent wave (EBANE cent light) is shown. The graphic display device 50 is a switching device with which two or more optical switching elements (optical switching device) 10 were arranged by two-dimensional, and alone, each optical switching element 10 carried out total reflection of the introduced light 2, it approached and deserted the light guide plate (lightguide) 1 which can be transmitted, and is equipped with the optical element (switching section) 3 which can modulate light, and the actuator 6 which drives this optical element section 3. And a laminating is carried out on the semi-conductor substrate 20 with which the drive circuit and digital store circuit (storage unit) where the layer of an optical element 3 and the layer of an actuator 6 drive an actuator 6 were made and jammed, and it integrates as one graphic display device.

[0009] It explains in more detail about the graphic display device 50 of this example which used EBANE cent light with reference to drawing 2 . When it explains based on each optical switching element 10, optical switching element 10a shown in the left-hand side of drawing 2 is an ON state, and optical switching element 10b shown in right-hand side is an OFF state. Field (contact surface or extract side) 3a which sticks an optical element 3 to field (total reflection side) 1a of a light guide plate 1 which achieves the function as waveguide, the evanescent wave which leaked and came out when this field 3a stuck to total reflection side 1a -- extracting -- the interior -- a light guide plate 1 -- receiving -- a cheek -- it has the support structure 5 which supports the reflecting prism (micro prism) 4 of the V character mold reflected in the perpendicular direction, and this V character type of prism 4.

[0010] the electrode pair which consists of an upper electrode (the 1st electrode) 7 which an actuator 6 is a type which carries out the electrostatic drive of the optical element 3, therefore is mechanically connected with the support structure 5 of an optical element 3, and moves with an optical element 3, and a bottom electrode (the 2nd electrode) 8 fixed to the semi-conductor substrate 20 in the location which stood face to face against this upper electrode 7 -- it has 60. Furthermore, the upper electrode 7 is supported from the anchor plate 9 with the stanchion 11 extended to the upper part, and also electrically, it touches while the upper electrode 7 is mechanically attached in maximum top-face 20a of the semi-conductor substrate 20 through the anchor plate 9. In the electrostatic actuator 6 equipped with one pair of electrode pair of such a bottom electrode 8 and the upper

electrode 7, space is formed among these electrodes 7 and 8. therefore, the plate 9 -- minding -- the upper electrode 7 -- grounding -- the bottom electrode 8 -- receiving -- the drive unit 21 to potential or a charge -- adding (it setting henceforth and being high potential) -- the upper electrode 7 moves caudad, this is interlocked with, and the optical element section 3 separates from lightguide 1 (the 2nd location). on the other hand, it has the function as an elastic member partially, and the potential or the charge currently added to the bottom electrode 8 from the storage unit 21 is removed, or the upper electrode 7 is canceled -- having (it setting henceforth and being low voltage) -- the upper electrode 7 separates from the bottom electrode 8, and the optical element section 3 sticks to a light guide plate 1 with the elasticity of the upper electrode 7 (the 1st location). of course, an electrode pair -- the bottom electrode 8 of 60 can be grounded and the optical element section 3 can also be driven by supplying potential or a charge to the upper electrode 7 from the drive unit 21.

[0011] As shown in drawing 2, the illumination light 2 is supplied to the light guide plate 1 from the light source at the include angle which carries out total reflection by total reflection side 1a, light carries out total reflection to side 1a which faced, all the interfaces (optical switching section) 3, i.e., optical element sections, of the interior, repeatedly in an upper field (outgoing radiation side), and the interior of a light guide plate 1 is filled with a beam of light. Therefore, in this condition, macroscopically, the illumination light 2 was confined in the interior of a light guide plate 1, and has spread the inside of it without a loss [ \*\*\*\* ]. On the other hand, microscopically, near field 1a which is carrying out total reflection of the light guide plate 1, the illumination light 2 leaked only a very slight distance of wavelength extent of light once from the light guide plate 1, and the phenomenon of changing a course and returning to the interior of a light guide plate 1 again has occurred. Thus, generally the light leaked from field 1a is called an evanescent wave. This evanescent wave can be taken out by making other optical members approach total reflection side 1a in wavelength extent of light, or the distance not more than it. The optical switching element 10 of this example is designed for the purpose of modulating namely, switching the light which transmits a light guide plate 1 using this phenomenon at high speed (turning on and off).

[0012] For example, in optical switching element 10a of drawing 2, since an optical element 3 is in the 1st location in contact with total reflection side 1a of a light guide plate 1, field 3a of an optical element 3 can extract an evanescent wave. For this reason, an include angle is changed and the light 2 extracted by the micro prism 4 of an optical element 3 is set to outgoing radiation light 2a. And this outgoing radiation light 2a is used as a light 85 for the projection of the projector 80 shown in drawing 1.

[0013] on the other hand -- optical switching element 10b -- the drive unit 21 -- an electrode pair -- the electrical potential difference on which a polarity differs from the above is impressed to the electrodes 7 and 8 which constitute 60, and it is moved to them in the 2nd location where the optical element 3 separated from the light guide plate 1 according to the electrostatic force committed among these electrodes 7 and 8. Therefore, by the optical element 3, an evanescent wave is not extracted and light 2 does not come out from the interior of a light guide plate 1.

[0014] Even when the optical switching element using an evanescent wave is independent, it functions as equipment which can switch light, but as shown in drawing 2, it has in these-dimensional [ 1 ] or the two-dimensional direction, and composition that

can be further put in order and arranged to a three dimension. The image device or the image display unit 55 which can display a superficial image can be offered like liquid crystal or DMD by arranging a matrix or in the shape of an array to two-dimensional, and arranging to it especially. And in the graphic display device 50 using EBANE cent light, since the migration length of the optical element 3 which is the switching section serves as submicron order, it can use as light modulation equipment with a quick speed of response a single figure or more than it, and it becomes possible from liquid crystal to offer the image display device of the projector 80 in which the high-speed operation using this is possible, or a direct viewing type. Furthermore, the optical switching element 10 using EBANE cent light can turn light on and off about 100% by motion of submicron order, and can express an image with very high contrast. For this reason, it is easy to make time resolution high and the image display device of high contrast can be offered.

[0015] Furthermore, it is possible to offer the graphic display device 50 of a configuration of that the laminating of the actuator 6 and optical element 3 which have been arranged in the shape of an array was carried out to the semi-conductor accumulation substrate 20 with which the drive circuit etc. was made and jammed with this optical switching device 50 with one chip. That is, by assembling the graphic display device 50 and lightguide 1 which are the micro machine or integration device with which micro structures, such as an actuator 6 and an optical element 3, were built on the semi-conductor substrate 20, the graphic display unit 55 can be supplied and the projector as which a working speed is high resolving quickly, and can display the image of further high contrast can be offered by incorporating this.

[0016] the electrode pair which was equipped with the bipolar electrode 61 which moves among these in addition to the upper electrode 7 and the bottom electrode 8 as the actuator 6 of an electrostatic type was not limited to the thing equipped with the electrode of one pair of upper and lower sides of drawing 2 but was shown in drawing 3 -- the graphic display device equipped with the actuator 6 of a configuration so that 60 may be prepared, this bipolar electrode 61 may be interlocked with and an optical element 3 may drive is also possible. The graphic display device 50 using this EBANE cent light is equipped with the merit that it can drive by the low battery although the configuration of an actuator 6 becomes complicated. the electrode pair which consists of these three electrodes -- in the graphic display device 50 which adopted the actuator 6 equipped with 60, although there is a difference in control a little since the signal for a drive can be supplied not only to either of the up-and-down electrodes 7 and 8 but to the bipolar electrode 61 from the drive circuit 21, in the configuration which drives the optical element 3 which is the switching section by the electrostatic actuator 6, it is unchanging.

[0017] Furthermore, it is also possible to use the device which can supply driving force with other electrical signals, such as a piezo-electric element, and to constitute an actuator instead of the electrostatic actuator which used the electrode pair, and some things are considered as an actuator. Therefore, although it explains on these specifications hereafter based on the electrostatic drive type actuator of a vertical electrode since it is easy, the configuration of an actuator is not limited to this.

[0018] In the graphic display device 50, the optical switching element 10 shown in drawing 2 and drawing 3 R> 3 arranges in the shape of [ , such as a three dimension, ] an array to-dimensional [ 1 ] or two-dimensional, and a pan, and is arranged. For this reason,

as the drive unit 21 constituted by the semi-conductor substrate 20 is also shown in drawing 4 with these switching elements 10, it arranges a matrix or in the shape of an array to two-dimensional, and is arranged. Address signal  $\phi_{ia}$  is supplied in the direction of a train (the vertical direction of drawing 4) in order in these drive circuits 21 through the address line 44 which connected to juxtaposition the drive circuit 21 of the light modulation unit located in a line at the line writing direction (longitudinal direction of drawing 4) by the address-line driver circuit 45. Moreover, the data of each drive circuit 21 are supplied through the data line 41 which connected to juxtaposition the drive circuit 21 of the light modulation unit located in a line in the direction of a train by the data-line driver circuit 46. And data signal  $\phi_{id}$  is latched to the drive circuit 21 which corresponds by address signal  $\phi_{ia}$  supplied synchronizing with data signal  $\phi_{id}$  supplied to the data line 41, an actuator 6 drives by it, and on-off control of the incident light is carried out by the optical element section 3 which is the switching section.

[0019] Therefore, the storage element which holds supplied data signal  $\phi_{id}$  is needed for the drive circuit 21 until a data signal is supplied to the following timing. The drive circuit 21 shown in drawing 5 (a) is a circuit using the capacity 22 inserted in an optical switching element 10 and juxtaposition as sample hold, on-off control of the switching element 23 which serves as the gate by address signal  $\phi_{ia}$  is carried out, and data signal  $\phi_{id}$  supplied to suitable timing is held by capacity 22.

[0020] The drive circuit 21 shown in drawing 5 (b) is a drive circuit of two memory types proposed by the applicant for this patent. In addition to capacity 22, another memory is constituted by 1 set of inverters 24a and 24b with which this drive circuit 21 serves as the so-called circuit gestalt of SRAM and by which loop-formation connection was made. Therefore, data signal  $\phi_{id}$  supplied by address signal  $\phi_{ia}$  from the data lines 41a and 41b is stored in the memory once constituted by Inverters 24a and 24b. Then, a switching element 25 operates by Junji Men signal  $\phi_{is}$  supplied synchronizing with the rewriting timing of a frame etc., the capacity 22 and the optical switching element 10 whose data signal  $\phi_{id}$  latched to memory is sample hold are supplied, and an optical switching element 10 drives by data signal  $\phi_{id}$ .

[0021] Thus, it becomes possible [ the drive circuit in which two storage elements were prepared can latch the data of the following image, while displaying the image, and ] to rewrite the whole screen collectively with one clock. Therefore, in the image display device which displays multicolor with a color sequential method, the effectiveness of the use effectiveness of light improving is acquired and the image of bright high resolution can be displayed.

[0022] Even if it is the drive circuit of which type, since data signal  $\phi_{id}$  is latched, the component or circuit which achieves a sample hold function is required, and the simplest sample hold is capacity. the optical switching element 10 using the EBANE cent light mentioned above -- an electrode pair -- it is also possible to have adopted the actuator 6 equipped with 60 and to use the parasitic capacitance of an electrode or wiring as a capacity for sample hold. However, it is difficult to secure capacity sufficient as sample hold. Moreover, although it is also possible to extend wiring or an electrode surface product like the image display device using liquid crystal, and to secure capacity sufficient as sample hold, those occupancy area becomes large too much and is not desirable. That is, as mentioned above, in spite of being able to offer it as a compact micro machine which carried out the laminating of an actuator and the optical element on

the semi-conductor substrate, if the optical switching element using EBANE cent light is designed so that capacity sufficient as sample hold can secure the area of an electrode or wiring, it becomes a size-limit and is not desirable.

[0023] Then, in this invention, it aims at offering the switching device which can include the capacity used as sample hold in a compact more in the switching device with which an actuator is constituted by the above on a semi-conductor substrate [ like ].

[0024]

[Means for Solving the Problem] For this reason, in this invention, the PN junction which functions on the semi-conductor substrate itself as sample hold is made paying attention to the above-mentioned switching device being built on a semi-conductor substrate. That is, the switching device of this invention is a switching device which has a semi-conductor substrate, the actuator for a drive built on the front face of this semi-conductor substrate, and the switching section driven with this actuator, and is characterized by forming at least one PN-junction section used as a reverse bias between the fields where the path cord which supplies drive power to an actuator touches a semi-conductor substrate electrically. By forming the PN-junction section used as a reverse bias in a semi-conductor substrate, the PN-junction section functions as a capacity and serves as sample hold. Therefore, it can prevent that the area in which it becomes unnecessary to arrange an electrode or wiring therefore in order to secure the capacity as sample hold, and each switching element occupies it increases.

[0025] Furthermore, the semi-conductor substrate used for the switching device concerning this invention is an IC substrate with which the circuit for driving an actuator was made. For this reason, the PN-junction section can be easily made from the process in which IC circuit is manufactured, only by carrying out patterning so that the conductor field where it differs for constituting the PN-junction section may be made in agreement with the layout of the actuator which is a superstructure. Therefore, space efficiency is good, and the device used as sample hold can be made from low cost to a semi-conductor substrate, and it can be crowded with it.

[0026] If the actuator constituted on a semi-conductor substrate drives with power, this invention is applicable to all types. If it is the electrostatic actuator by which the electrode pair for a drive by which the actuator for a drive was built on the front face of a semi-conductor substrate has been arranged, each electrode of an electrode pair should just form at least one PN-junction section used as a reverse bias between the fields which touch a semi-conductor substrate electrically.

[0027] Moreover, all the things to drive with actuators, such as a micro bulb, receive, and the switching section can apply this invention. Since the PN-junction section functions as sample hold, especially the device of this invention fits the device required to hold the condition of fixed time amount and the switching section. That is, this invention is equipped with the optical switching section which the switching section drives in the location which turns on incident light with an actuator, and the location to turn off, and is suitable for the optical switching device used for optical recording equipments, such as graphic display or optical communication, optical operation, and a hologram memory. As such an optical switching device, there is the optical switching section which was mentioned above and which is driven in the location which extracts the EBANE cent light which began to leak from the total reflection side of lightguide with an actuator, and the location which is not extracted.

[0028] When the electrode pair of an actuator is equipped with the 1st electrode which moves with the optical switching section, and the 2nd electrode fixed to the semi-conductor substrate, as for the PN-junction section, it is possible for the 2nd electrode to carry out patterning of the semi-conductor substrate so that a wrap field may be enclosed, and it can secure the area of the PN-junction section greatly in accordance with the layout of a switching device. Not only a switching device but the switching section using EBANE cent light drives almost in parallel to the front face of a semi-conductor substrate by the electrode pair, and a switching device equipped with the 1st electrode with which an electrode pair moves with the switching section, and the 2nd electrode fixed to the semi-conductor substrate can arrange the PN-junction section similarly.

[0029] Although the switching device of this invention may be a device with which an actuator and the switching section have been independently arranged on a semi-conductor substrate, two or more actuators are arranged in the shape of an array on the front face of a semi-conductor substrate, and it is possible to constitute the switching device which two or more switching sections drive with these actuators, respectively using IC substrate. Thereby, the device which displays images, such as two-dimensional or a three dimension, the device used for optical recording equipments, such as optical communication, optical operation, and a hologram memory, can be offered further. If it is the switching device which used EBANE cent light, by combining with lightguide, it can provide as an optical switching unit and graphic display devices, such as a projector, can be realized by combining with a means to output and input the light for a display to an optical switching device, further.

[0030]

[Embodiment of the Invention] With reference to a drawing, this invention is explained further below. The outline of the graphic display device (EBANE cent light switching device) 50 which modulates light to drawing 6 using the EBANE cent wave (EBANE cent light) concerning this invention is shown. The switching device 50 of this example is the configuration that are the switching device with which the optical switching element 10 which can extract EBANE cent light was arranged by two-dimensional, and the laminating of the layer of an actuator 6 and the layer of the gloss component section 3 was carried out on the semi-conductor substrate 20, like the optical switching device previously explained based on drawing 2 . Moreover, since the configuration of the optical element section 3 and the actuator 6 which constitute each optical switching element 10 does not change, these detailed explanation is omitted.

[0031] According to the layout of the bottom electrode 8, patterning of the well 72 of the N type with which the impurity of N type was introduced is carried out to the P type substrate 71, and, as for the semi-conductor substrate 20 of the switching device 50 of this example, the protective layers 26, such as silicon oxide or silicon nitride, are further formed in those front faces. the electrode pair which constitutes an actuator 6 -- among 60, it connects with the P type substrate 71 electrically through the stanchion 11, the anchor plate 9, and the connection electrode 12, and the upper electrode 7 is in the condition of having been grounded through the P type substrate or the connection electrode 12. On the other hand, the bottom electrode 8 is electrically connected to the N type well 72 through the connection electrode 13, and a driving signal is supplied by the drive circuit 21 by CMOS arranged to the interior of this well 72, or other fields.

[0032] Therefore, in the switching device 50 of this example, if high potential is

impressed to the bottom electrode 8 from the drive circuit 21 as shown in switching element 10b, while driving the optical element section 3 which is the switching section to the semi-conductor substrate 20 side and becoming off, the well 72 of N type will be in the condition that the reverse bias electrical potential difference was impressed to the P type substrate 71. For this reason, a depletion layer 79 is formed in the border area (PN-junction field) 73 of a well 72 and the P type substrate 71, and it functions as a capacity. Therefore, the capacity 22 which functions as sample hold shown in drawing 5 (a) or (b) made the switching device 50 of this example to the semi-conductor substrate 20, and it is full.

[0033] On the other hand, the condition which showed in switching element 10a will be in the condition that low voltage (touch-down potential) was impressed to the bottom electrode 8, and the optical element 3 touched lightguide 1, and will be held with the spring elasticity of the upper electrode 7. For this reason, the condition of switching is held until the driving signal with which that condition was memorized and the switching devices 50 of this example differed to that following timing once the driving signal was supplied is supplied.

[0034] The switching device 50 shown in drawing 7 is an example from which this invention differs, and patterning of the diffusion layer 75 of in all P molds is carried out to arrangement of an anchor plate 9 on the front face of the N type substrate 74 in the semi-conductor substrate 20 of this switching device 50. and the electrode pair which constitutes an actuator 6 -- among 60, the upper electrode 7 is electrically connected with the diffusion layer 75 of P type through a stanchion 11, an anchor plate 9, and the connection electrode 12, and the bottom electrode 8 is electrically connected with the substrate 74 of N type through the connection electrode 13. Moreover, the connection electrode 12 is grounded, and it is arranged by the connection electrode 13 so that the driving signal from the drive circuit 21 may be supplied.

[0035] Therefore, also in the switching device 50 of this example, if high potential is supplied to the connection electrode 13 from the drive circuit 21 in switching element 10b, a depletion layer 79 will be formed in the border area 73 of the P diffusion layer 75 and the N type substrate 74, and it will function as a capacity 22 used as sample hold.

[0036] The switching device 50 shown in drawing 8 is an example which is different in the pan concerning this invention, and is an example corresponding to the switching device previously explained with reference to drawing 3 . the electrode pair from which this switching device 50 constitutes an actuator 6 -- in addition to the upper electrode 7 and the bottom electrode 8, it has as 60 the bipolar electrode 61 driven among these. Although there are some control approaches of driving such an actuator 6, while impressing the bias voltage of high potential to the upper electrode 7 and carrying out low voltage (touch-down) of the bottom electrode 8, below, by supplying high potential and low voltage (touch-down potential) to a bipolar electrode 61 explains how to drive an actuator 6 to an example.

[0037] The N type substrate 74 is adopted and, as for the semi-conductor substrate 20 of the switching device 50 of this example, patterning of the diffusion layer 78 of P type is carried out to the location corresponding to arrangement of the bottom electrode 8. Moreover, patterning of the well 76 of P type and the diffusion layer 77 of the N type located in it is carried out to the location corresponding to arrangement of the upper electrode 7. And the upper electrode 7 is electrically connected with the diffusion layer

77 of N type through the connection electrode 12, and the bottom electrode 8 is electrically connected with the diffusion layer 78 of P type through the connection electrode 13. Moreover, a bipolar electrode 61 is connected with the substrate 74 of N type through the connection electrode 14, and a driving signal is further supplied from the drive circuit 21 through the connection electrode 14.

[0038] First, in the condition of switching element 10a, the same touch-down potential as the bottom electrode 8 is supplied to a bipolar electrode 61. Consequently, a bipolar electrode 61 is driven to the upper electrode 7 side according to electrostatic force. At this time, to the N type substrate 74 and the P type well 76 serving as forward voltage, the diffusion layer 77 of the P type well 76 and N type serves as a reverse bias, and a depletion layer 79 spreads in the PN-junction section 73 of these boundaries. Therefore, this depletion layer 79 serves as the capacity 22 which functions as sample hold.

[0039] In the condition of switching element 10b, the high potential same to a bipolar electrode 61 as the upper electrode 7 is supplied. Consequently, a bipolar electrode 61 is driven to the bottom electrode 8 side according to electrostatic force. At this time, the diffusion layer 78 of the N type substrate 74 and P type serves as a reverse bias, and a depletion layer 79 spreads in the PN-junction section 73 of these boundaries. Therefore, this depletion layer 79 serves as the capacity 22 which functions as sample hold. thus, the electrode pair for a drive -- even if it is the switching device equipped with the bipolar electrode 61 as 60, the capacity which functions as sample hold by the PN-junction section can be made to the semi-conductor substrate 20.

[0040] it was shown in these examples -- as -- the electrode pair of an actuator 6 -- by forming the diffusion layer or well of the suitable conductivity type for the field of the semi-conductor substrate which the electrode which constitutes 60 connects electrically, between the semiconductor regions which an electrode connects respectively, it connects with juxtaposition electrically to the pair of an electrode, and the PN-junction section 73 which serves as a reverse bias to driver voltage can be made. therefore, if driver voltage is impressed in the switching device 50 of this example, the capacity in which a depletion layer 79 achieves the function as breadth and sample hold will form in the PN-junction section 73 -- having -- driver voltage -- predetermined period maintenance -- it can carry out. Doping an impurity suitable on a semi-conductor substrate, and forming the diffusion layer of P type or N type is carried out to usual at the process which forms a CMOS-IC substrate, and although not illustrated to drawing 6 thru/or drawing 8 R> 8 in the semi-conductor substrate 20 of this example, it is an indispensable process for making the drive circuit 21. Therefore, it is easy to make the PN-junction section 73 which functions as sample hold to the semi-conductor substrate 20, therefore a man day hardly increases, and even if it increases, it will fit in the usual range as a process which manufactures a semi-conductor substrate. Furthermore, it is also possible to utilize effectively the well by which the CMOS circuit for constituting the drive circuit 21 is arranged, and to arrange the PN-junction section to inter-electrode, and sample hold can be made to a semi-conductor substrate, without increasing a man day and cost, if such patterning is adopted.

[0041] Furthermore, if the capacity which functions as sample hold by the PN-junction section is made to a semi-conductor substrate, in order to secure an equivalent capacity, it is not necessary to newly extend wiring area or to extend an electrode surface product. Therefore, it becomes possible to make occupancy area of each switching element 10 on a semi-conductor substrate into the minimum, and the switching device of high density

can be offered. And as shown in drawing 1 , it becomes possible by combining the switching device 50 of this example with lightguide 1 to offer the compact optical switching unit 55. Furthermore, the image display device which can display [ that it is still compacter and ] the good image of image quality can be offered by including this optical switching unit 55 in image display devices, such as a projector 80.

[0042] Moreover, when carrying out patterning of a diffusion layer or the well, the capacity which can be used as sample hold can be easily controlled by controlling those area and depth. In order to carry out long duration maintenance of the driving signal, it is desirable for the capacity which can be used as sample hold to be large, and it is desirable for the area of a well or a diffusion layer to be greatly securable for that purpose. The above-mentioned electrode pair as shown is adopted as a drive of an actuator, in the switching device which moves the optical element section 3 to the upper and lower sides or the 1st and 2nd locations as the switching section, one electrode is interlocked with the switching section, and moves, and the electrode of another side is fixed to the semi-conductor substrate 20. Moreover, in order to obtain predetermined driving force (electrostatic force) by these electrode pairs, a predetermined electrode surface product is required. Therefore, it becomes possible to form the diffusion layer of the area of this level on a semi-conductor substrate mostly with an electrode by carrying out patterning of the diffusion layer along with the electrode disposition of the side fixed to the semi-conductor substrate 20. For this reason, a big capacity which functions as sample hold simply, without increasing occupancy area is securable.

[0043] In addition, although this invention is explained above based on the example which grounded the upper electrode, or the example which supplies and drives driver voltage to a bipolar electrode, it is also possible to ground the bottom electrode fixed to a semi-conductor substrate, or to impress bias voltage to a bipolar electrode, and to drive with an upper electrode and a bottom electrode. It is possible to form the PN-junction section which serves as a reverse bias to driver voltage like the above by forming the diffusion layer of the suitable conductivity type for the front face of the semi-conductor substrate with which the semi-conductor substrate of a suitable conductivity type is chosen as these also by the case, and a connection electrode touches.

[0044] Furthermore, although this example explains to the example the optical switching device equipped with the optical element section as the switching section, this invention is applicable also to the switching device or micro machine which carried the switching section which achieves an actuator and other functions, for example, functions, such as a micro bulb, on a semi-conductor substrate. Moreover, an actuator may also be the type which drives the switching section not only using what adopted the electrode pair of this example and used electrostatic force but using a piezo-electric element or other piezoelectric devices etc. If it is an actuator using a piezo-electric element, the function which carries out sample hold like the above-mentioned example can be given by carrying out patterning of the PN-junction section to the connection inter-electrode for an output which impresses an electrical potential difference to a piezo-electric element.

[0045]

[Effect of the Invention] As explained above, the switching device of this invention is a switching device which has a semi-conductor substrate, the actuator for a drive built on the front face of this semi-conductor substrate, and the switching section driven with this actuator, and he is trying for the path cord which supplies drive power to an actuator to

form at least one PN-junction section used as a reverse bias between the fields which touch a semi-conductor substrate electrically. For this reason, in the switching device of this invention, the depletion layer produced in the PN-junction section can make it function as sample hold holding a driving signal, and can make a sample hold function in a compact in a semi-conductor substrate. Therefore, the thing which were equipped with the function to memorize a video signal etc. for every pixel, by this invention and for which the quick switching device of a working speed is offered becomes it is compact and possible, and optical recording equipments, such as equipment which displays the image of high resolution, optical communication, optical operation, and a hologram memory, and the still more suitable switching device for an optical printer etc. can be offered.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the outline \*\*\*\* Fig. of a projector using the graphic display device using EBANE cent light.

[Drawing 2] It is drawing showing the outline of a graphic display device (switching device) in which EBANE cent light was used.

[Drawing 3] It is drawing showing the example from which the switching device using EBANE cent light differs.

[Drawing 4] The drive circuit which drives the switching element of the graphic display device shown in drawing 2 or drawing 3 is drawing showing the condition of being arranged in the shape of an array.

[Drawing 5] It is an example of the drive circuit shown in drawing 4, and drawing 5 (a) is the example of the drive circuit equipped with one memory, and drawing 5 (b) is the example of the drive circuit equipped with two memory.

[Drawing 6] It is drawing showing the outline of the optical switching device concerning the gestalt of operation of this invention.

[Drawing 7] It is drawing showing the outline of a different optical switching device from the above concerning the gestalt of operation of this invention.

[Drawing 8] It is drawing concerning the gestalt of operation of this invention showing the outline of a further different optical switching device.

### [Description of Notations]

1 Light Guide Plate (Lightguide)

2 Illumination Light

3 Optical Element

4 Micro Prism

5 Support Structure of V Type

6 Actuator

7 Upper Electrode and Spring Structure

8 Bottom Electrode

9 Support

10 Optical Switching Element

11 Post (Stanchion)  
12, 13, 14 Electrode for connection (path cord)  
20 Semi-conductor Substrate  
21 Drive Circuit  
22 Sample Hold Component (Capacity)  
50 Graphic Display Device  
55 Graphic Display Unit  
60 Electrode Pair  
61 Bipolar Electrode  
71 P Type Substrate  
72 77 N type diffusion layer  
73 PN-Junction Section  
74 N Type Substrate  
75, 76, 77 P type diffusion layer  
79 Depletion Layer  
80 Projector

(11)特許出願公開番号  
特開2001-249285  
(P2001-249285A)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
G 0 2 B 26/08		G 0 2 B 26/08	D 2 H 0 4 1
26/02		26/02	5 C 0 8 0
G 0 9 F 9/30	3 7 0	G 0 9 F 9/30	3 7 0 Z 5 C 0 9 4
G 0 9 G 3/20	6 2 3	G 0 9 G 3/20	6 2 3 L
	6 2 4		6 2 4 B

Fig. 1 is a cross-sectional view of a semiconductor device. It shows a central channel region (10a, 10b) with a gate stack (2, 3, 4, 5) and source/drain regions (11, 12, 13, 18, 19, 20, 26). The device is surrounded by a substrate (71) and a passivation layer (72, 73).

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板と、この半導体基板の表面に構築された駆動用のアクチュエータと、このアクチュエータにより駆動されるスイッチング部とを有するスイッチングデバイスであって、前記アクチュエータに駆動電力を供給する接続線が前記半導体基板と電気的に接する領域の間に逆バイアスとなる少なくとも1つのPN接合部が形成されているスイッチングデバイス。

【請求項2】 請求項1において、前記駆動用のアクチュエータは前記半導体基板の表面に構築された駆動用の電極対が配置された静電アクチュエータであり、前記電極対の各々の電極が前記半導体基板と電気的に接する領域の間に逆バイアスとなる少なくとも1つのPN接合部が形成されているスイッチングデバイス。

【請求項3】 請求項1において、前記スイッチング部は、前記アクチュエータにより入射光をオンする位置とオフする位置に駆動される光スイッチング部であるスイッチングデバイス。

【請求項4】 請求項1において、前記スイッチング部は、前記アクチュエータにより光ガイドの全反射面から漏れ出したエバネセント光を抽出する位置と抽出しない位置に駆動される光スイッチング部であるスイッチングデバイス。

【請求項5】 請求項2において、前記スイッチング部は、前記アクチュエータにより光ガイドの全反射面から漏れ出したエバネセント光を抽出する位置と抽出しない位置に駆動される光スイッチング部であり、前記電極対は、前記光スイッチング部と共に動く第1の電極と、前記半導体基板に固定された第2の電極とを備えており、前記PN接合部は、前記第2の電極が前記半導体基板を覆う領域を囲うように形成されているスイッチングデバイス。

【請求項6】 請求項2において、前記スイッチング部は、前記電極対により前記半導体基板の表面に対しほぼ平行に駆動され、前記電極対は前記スイッチング部と共に動く第1の電極と、前記半導体基板に固定された第2の電極とを備えており、前記PN接合部は、前記第2の電極が前記半導体基板を覆う領域を囲うように形成されているスイッチングデバイス。

【請求項7】 請求項1において、複数の前記アクチュエータが前記半導体基板の表面にアレイ状に配置されており、これらのアクチュエータにより複数の前記スイッチング部がそれぞれ駆動されるスイッチングデバイス。

【請求項8】 請求項7において、前記駆動用のアクチュエータは前記半導体基板の表面に構築された駆動用の電極対が配置された静電アクチュエータであり、前記電極対の各々の電極が前記半導体基板と電気的に接する領域の間に逆バイアスとなる少なくとも1つのPN接合部が形成されているスイッチングデバイス。

【請求項9】 請求項7において、前記スイッチング部

は、前記アクチュエータにより入射光をオンする位置とオフする位置に駆動される光スイッチング部であるスイッチングデバイス。

【請求項10】 請求項7において、前記スイッチング部は、前記アクチュエータにより光ガイドの全反射面から漏れ出したエバネセント光を抽出する位置と抽出しない位置に駆動される光スイッチング部であるスイッチングデバイス。

【請求項11】 請求項8において、前記スイッチング部は、前記アクチュエータにより光ガイドの全反射面から漏れ出したエバネセント光を抽出する位置と抽出しない位置に駆動される光スイッチング部であり、前記電極対は、前記光スイッチング部と共に動く第1の電極と、前記半導体基板に固定された第2の電極とを備えており、前記PN接合部は、前記第2の電極が前記半導体基板を覆う領域を囲うように形成されているスイッチングデバイス。

【請求項12】 請求項8において、前記スイッチング部は、前記電極対により前記半導体基板の表面に対しほぼ平行に駆動され、前記電極対は前記スイッチング部と共に動く第1の電極と、前記半導体基板に固定された第2の電極とを備えており、前記PN接合部は、前記第2の電極が前記半導体基板を覆う領域を囲うように形成されているスイッチングデバイス。

【請求項13】 請求項11に記載のスイッチングデバイスと、前記光ガイドとを有する光スイッチングユニット。

【請求項14】 請求項13に記載の光スイッチングユニットと、この光スイッチングデバイスに対し表示用の光を入出力する手段を有する映像表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、データプロジェクタ、ビデオプロジェクタなどの映像投射装置あるいは画像表示装置に適した映像表示デバイスなどに用いられるスイッチングデバイスに関するものである。

【0002】

【従来の技術】プロジェクタなどの映像表示装置のライトバルブとして光をオンオフ制御できる映像表示デバイスとしては、液晶を用いたものが知られている。しかしながら、この液晶を用いた映像表示デバイスは、高速応答特性が悪く、たかだか数ミリ秒程度の応答速度でしか動作しない。このため、高速応答を要求されるような高解像度の画像を表示する装置、さらには、光通信、光演算、ホログラムメモリー等の光記録装置、光プリンターは、液晶を用いたスイッチングデバイスで実現するのは難しい。

【0003】そこで、上記のような用途に対応できる高速動作可能なスイッチングデバイスあるいは映像表示デバイスが求められており、ミクロンオーダーあるいはさら

に小さなサブミクロンオーダの微細構造（マイクロストラクチャ）を備えたスイッチングデバイスの開発が鋭意進められている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】その1つは、マイクロミラーデバイスであり、ミラーをヨークで旋回可能に支持し、ミラーの角度を変えて電氣的または光学的な入力に対応して入射光を変調して出射するようになっている。

【0005】また、反射機能あるいは透過機能を備えた光学素子をアクチュエータで平行に動かして入射光を変調することが可能であり、そのような原理に基づき映像表示デバイスとなるスイッチングデバイス（光スイッチングデバイス）を構成することも可能である。本願出願人が出願中の、光を全反射して伝達可能な導光部の全反射面に対しスイッチング部の抽出面を接触させてエバネセント光を抽出し、光学素子の1波長程度あるいはそれ以下の微小な動きによって、高速で光を変調制御可能な光スイッチングデバイスも、その1つである。

【0006】図1に、エバネセント光によるスイッチングを行う映像表示デバイス（光スイッチングデバイス）を用いた映像表示装置の一例としてプロジェクタ80の概略を示してある。このプロジェクタ80は、白色光源81と、この白色光源81からの光を3原色に分解して映像表示ユニット（光スイッチングユニット）55の導光板（光ガイド）1に入射させる回転色フィルタ82と、各色の光を変調して出射する映像表示ユニット55と、出射された光85を投映する投写用レンズ86とを備えている。そして、各色毎の変調された光85がスクリーン89に投写され、時間的に混色されることにより多諧調のマルチカラーの画像が出力される。プロジェクタ80は、さらに、映像表示ユニット55および回転色フィルタ82を制御してカラー画像を表示する制御回路84を備えている。画像表示ユニット55は、光ガイド1と以下に詳述する映像表示デバイス（光スイッチングデバイス）50とにより構成されており、この制御回路84からカラー画像を表示するためのデータφなどは映像表示デバイス50に供給される。

【0007】このように、図1に示したプロジェクタ80は、光を全反射しながら伝達する光ガイド1に投影用の光を供給する光源81などと共に光ガイド1から出射された光を投写するレンズ85などを備えた光を入出力する手段と、光ガイド1に供給された投映用の光を変調する映像表示デバイス50とを備えており、映像表示デバイス50により光ガイド1から漏出するエバネセント光を制御して画像が表示される。

【0008】図2に、エバネセント波（エバネセント光）を利用して光を変調する映像表示デバイス（エバネセント光スイッチングデバイス）50の概要を示してある。映像表示デバイス50は複数の光スイッチング素子

（光スイッチング機構）10が2次元に配列されたスイッチングデバイスであり、個々の光スイッチング素子10は、単体では導入された光2を全反射して伝達可能な導光板（光ガイド）1に接近および離反して光を変調可能な光学素子（スイッチング部）3と、この光学素子部3を駆動するアクチュエータ6とを備えている。そして、光学素子3の層およびアクチュエータ6の層がアクチュエータ6を駆動する駆動回路およびデジタル記憶回路（記憶ユニット）が作りこまれた半導体基板20の上に積層され、1つの映像表示デバイスとして集積化されている。

【0009】図2を参照してエバネセント光を利用した本例の映像表示デバイス50についてさらに詳しく説明しておく。個々の光スイッチング素子10をベースに説明すると、図2の左側に示した光スイッチング素子10aはオン状態であり、右側に示した光スイッチング素子10bがオフ状態である。光学素子3は、導波路としての機能を果たす導光板1の面（全反射面）1aに密着する面（接触面または抽出面）3aと、この面3aが全反射面1aに密着したときに漏れ出たエバネセント波を抽出して内部で導光板1に対しほぼ垂直な方向に反射するV字型の反射プリズム（マイクロプリズム）4と、このV字型のプリズム4を支持するサポート構造5とを備えている。

【0010】アクチュエータ6は、光学素子3を静電駆動するタイプであり、そのために、光学素子3のサポート構造5と機械的に連結されて光学素子3と共に動く上電極（第1の電極）7と、この上電極7と対峙した位置で半導体基板20に固定された下電極（第2の電極）8とからなる電極対60を備えている。さらに、上電極7はアンカープレート9から上方に伸びた支柱11により支持されており、上電極7はアンカープレート9を介して半導体基板20の最上面20aに機械的に取付けられていると共に電氣的にも接触している。このような下電極8と上電極7の1対の電極対を備えた静電アクチュエータ6においては、これらの電極7および8の間に空間が形成されている。したがって、たとえば、プレート9を介して上電極7を接地し、下電極8に対し駆動ユニット21から電位あるいは電荷を加える（以降においては高電位）と上電極7が下方に動き、これに連動して光学素子部3が光ガイド1から離れる（第2の位置）。一方、上電極7は弾性部材としての機能を部分的に備えており、下電極8に記憶ユニット21から加えられていた電位あるいは電荷が除去される、あるいは解除される（以降においては低電位）と、下電極8から上電極7が離れ、上電極7の弾性により光学素子部3が導光板1に密着する（第1の位置）。もちろん、電極対60の下電極8を接地し、上電極7に駆動ユニット21から電位あるいは電荷を供給することにより光学素子部3を駆動することもできる。

【0011】図2に示したように、導光板1には光源から照明光2が全反射面1aで全反射する角度で供給されており、その内部の全ての界面、すなわち、光学素子部（光スイッチング部）3に面した側1aと、上方の面（出射面）において光が繰り返して全反射し、導光板1の内部が光線で満たされる。したがって、この状態で巨視的には照明光2は導光板1の内部に閉じ込められ、その中を損失なく伝播している。一方、微視的には、導光板1の全反射している面1aの付近では、導光板1から光の波長程度のごく僅かな距離だけ、照明光2が一度漏出し、進路を変えて再び導光板1の内部に戻るといった現象が起きている。このように面1aから漏出した光を一般にエバネッセント波と呼ぶ。このエバネッセント波は、全反射面1aに光の波長程度またはそれ以下の距離で他の光学部材を接近させることにより取り出すことができる。本例の光スイッチング素子10は、この現象を利用して導光板1を伝達する光を高速で変調、すなわち、スイッチング（オンオフ）することを目的としてデザインされている。

【0012】たとえば、図2の光スイッチング素子10aでは、光学素子3が導光板1の全反射面1aに接触した第1の位置にあるので、光学素子3の面3aによりエバネッセント波を抽出することができる。このため、光学素子3のマイクロプリズム4で抽出した光2は角度が変えられて出射光2aとなる。そして、この出射光2aが図1に示すプロジェクタ80の投映用の光85として利用される。

【0013】一方、光スイッチング素子10bでは、駆動ユニット21により電極対60を構成する電極7および8に、上記と極性の異なる電圧が印加され、これらの電極7および8の間に働く静電力により光学素子3が導光板1から離れた第2の位置に動かされる。したがって、光学素子3によってエバネッセント波は抽出されず、光2は導光板1の内部から出ない。

【0014】エバネッセント波を用いた光スイッチング素子は単独でも光をスイッチングできる装置として機能するが、図2に示したように、これらを1次元あるいは2次元方向、さらには3次元に並べて配置することができる構成になっている。特に、2次元にマトリクスあるいはアレイ状に並べて配置することにより、液晶あるいはDMDと同様に平面的な画像を表示可能な映像デバイスあるいは画像表示ユニット55を提供することができる。そして、エバネッセント光を用いた映像表示デバイス50では、スイッチング部である光学素子3の移動距離がサブミクロンオーダーとなるので、液晶より1桁あるいはそれ以上応答速度の速い光変調装置として利用でき、これを用いた高速動作が可能なプロジェクタ80あるいは直視型の画像表示装置を提供することが可能となる。さらに、エバネッセント光を用いた光スイッチング素子10は、サブミクロンオーダーの動きで光をほぼ100パー

セントオンオフすることが可能であり、非常にコントラストの高い画像を表現することができる。このため、時間的な分解能を高くすることが容易であり、高コントラストの画像表示装置を提供できる。

【0015】さらに、この光スイッチングデバイス50では、駆動回路などが作りこまれた半導体集積基板20にアレイ状に配置されたアクチュエータ6および光学素子3が積層された構成の映像表示デバイス50を1チップで提供することが可能である。すなわち、半導体基板20の上にアクチュエータ6および光学素子3といったマイクロストラクチャが構築されたマイクロマシンあるいは集積化デバイスである映像表示デバイス50と光ガイド1とを組み立てることにより映像表示ユニット55を供給でき、これを組み込むことにより動作速度が速く高解像で、さらに、高コントラストの画像を表示できるプロジェクタを提供できる。

【0016】静電型のアクチュエータ6は、図2の上下1対の電極を備えたものに限定されず、図3に示すように、上電極7および下電極8に加え、これらの間で動く中間電極61を備えた電極対60を設け、この中間電極61に連動して光学素子3が駆動されるような構成のアクチュエータ6を備えた映像表示デバイスも可能である。このエバネッセント光を利用した映像表示デバイス50は、アクチュエータ6の構成が複雑になるが低電圧で駆動できるというメリットを備えている。この3つの電極からなる電極対60を備えたアクチュエータ6を採用した映像表示デバイス50においては、駆動回路21から駆動用の信号を上下の電極7および8のいずれかだけではなく、中間電極61に供給することができるので制御上の相違は若干あるが、静電アクチュエータ6によってスイッチング部である光学素子3を駆動する構成には変わらない。

【0017】さらに、電極対を使用した静電アクチュエータの代わりに、ピエゾ素子などの他の電気信号により駆動力を供給可能な機構を用いてアクチュエータを構成することも可能でありアクチュエータとしてはいくつかのものが考えられている。したがって、以下、本明細書では、簡単のため上下電極の静電駆動タイプのアクチュエータに基づき説明するが、アクチュエータの構成はこれに限定されるものではない。

【0018】映像表示デバイス50では、図2および図3に示した光スイッチング素子10が1次元あるいは2次元、さらには3次元などのアレイ状に並べて配置される。このため、半導体基板20に構成される駆動ユニット21もこれらのスイッチング素子10と共に図4に示すように2次元にマトリクスあるいはアレイ状に並べて配置される。これらの駆動回路21には、アドレス線ドライバ回路45により、行方向（図4の左右方向）に並んだ光変調ユニットの駆動回路21を並列に接続したアドレス線44を介してアドレス信号φaが列方向（図4

7  
の上下方向)に順番に供給される。また、データ線ドライバ回路46により、列方向に並んだ光変調ユニットの駆動回路21を並列に接続したデータ線41を介して、各々の駆動回路21のデータが供給される。そして、データ線41に供給されるデータ信号φdと同期して供給されるアドレス信号φaにより該当する駆動回路21にデータ信号φdがラッチされ、それによってアクチュエータ6が駆動し、スイッチング部である光学素子部3により入射光がオンオフ制御される。

【0019】したがって、駆動回路21には、次のタイミングでデータ信号が供給されるまでの間、供給されたデータ信号φdをホールドしておく記憶素子が必要となる。図5(a)に示した駆動回路21は光スイッチング素子10と並列に挿入された容量22をサンプルホールドとして用いた回路であり、アドレス信号φaによりゲートとなるスイッチング素子23がオンオフ制御され、適当なタイミングで供給されたデータ信号φdが容量22にホールドされる。

【0020】図5(b)に示した駆動回路21は、本願出願人により提案されている2メモリタイプの駆動回路である。この駆動回路21は、いわゆるSRAMの回路形態となるループ接続された1組のインバータ24aおよび24bにより、容量22に加えてもう1つのメモリが構成されている。したがって、アドレス信号φaによりデータ線41aおよび41bから供給されたデータ信号φdはいったんインバータ24aおよび24bにより構成されるメモリにストアされる。その後、フレームの書き換えタイミングなどと同期して供給される面順次信号φsによりスイッチング素子25が動作し、メモリにラッチされていたデータ信号φdがサンプルホールドである容量22と光スイッチング素子10に供給され、データ信号φdにより光スイッチング素子10が駆動される。

【0021】このように2つの記憶素子を設けた駆動回路は画像を表示している間に次の画像のデータをラッチすることが可能であり、画面全体を1クロックで一括して書き換えることが可能となる。したがって、カラーシケンシャル方式によりマルチカラーを表示する画像表示装置においては、光の利用効率が向上するなどの効果が得られ、明るい高解像度の画像を表示することができる。

【0022】いずれのタイプの駆動回路であっても、データ信号φdをラッチするためにサンプルホールド機能を果たす素子あるいは回路が必要であり、最も簡易なサンプルホールドは容量である。上述したエバネセント光を用いた光スイッチング素子10では、電極対60を備えたアクチュエータ6を採用しており、電極あるいは配線の寄生容量をサンプルホールド用の容量として用いることも可能である。しかしながら、サンプルホールドとして十分な容量を確保することは難しい。また、液晶を

用いた画像表示デバイスと同様に配線あるいは電極面積を広げてサンプルホールドとして十分な容量を確保することも可能であるが、それらの占有面積が広くなりすぎて好ましくない。すなわち、エバネセント光を用いた光スイッチング素子は、上述したように半導体基板の上にアクチュエータおよび光学素子を積層したコンパクトなマイクロマシンとして提供できるにもかかわらず、電極あるいは配線の面積をサンプルホールドとして十分な容量が確保できるように設計するとサイズの制限となり好ましくない。

【0023】そこで、本発明においては、上記のような半導体基板上にアクチュエータが構成されるスイッチングデバイスにおいて、サンプルホールドとなる容量を、よりコンパクトに組み込むことができるスイッチングデバイスを提供することを目的としている。

【0024】

【課題を解決するための手段】このため、本発明においては、上記のスイッチングデバイスが半導体基板上に構築されることに着目し、半導体基板自体にサンプルホールドとして機能するPN接合を作り込むようにしている。すなわち、本発明のスイッチングデバイスは、半導体基板と、この半導体基板の表面に構築された駆動用のアクチュエータと、このアクチュエータにより駆動されるスイッチング部とを有するスイッチングデバイスであって、アクチュエータに駆動電力を供給する接続線が半導体基板と電気的に接する領域の間に逆バイアスとなる少なくとも1つのPN接合部が形成されていることを特徴としている。半導体基板に逆バイアスとなるPN接合部を形成することによりPN接合部が容量として機能し、サンプルホールドとなる。したがって、電極あるいは配線をサンプルホールドとしての容量を確保するために配置する必要がなくなり、そのために個々のスイッチング素子が占有する面積が増加するのを防止できる。

【0025】さらに、本発明に係るスイッチングデバイスに用いられる半導体基板は、アクチュエータを駆動するための回路が作り込まれたIC基板である。このため、PN接合部を構成するための異なる導電体領域を上部構造であるアクチュエータのレイアウトに一致させるようにパターンニングするだけで、PN接合部をIC回路を製造する過程で容易に作り込むことができる。したがって、スペース効率よく、低コストでサンプルホールドとなる機構を半導体基板に作り込むことができる。

【0026】半導体基板上に構成されるアクチュエータが電力で駆動されるものであれば、すべてのタイプに対し本発明を適用できる。駆動用のアクチュエータが半導体基板の表面に構築された駆動用の電極対が配置された静電アクチュエータであれば、電極対の各々の電極が半導体基板と電気的に接する領域の間に逆バイアスとなる少なくとも1つのPN接合部を形成すればよい。

【0027】また、スイッチング部はマイクロバルブな

どアクチュエータにより駆動されるすべてのものが対し本発明を適用できる。本発明のデバイスは、特に、PN接合部がサンプルホールドとして機能するので、一定の時間、スイッチング部の状態を保持することを要求されるデバイスに適している。すなわち、本発明は、スイッチング部が、アクチュエータにより入射光をオンする位置とオフする位置に駆動される光スイッチング部を備え、映像表示あるいは、光通信、光演算、ホログラムメモリ等の光記録装置に用いられる、光スイッチングデバイスに適している。このような光スイッチングデバイスとしては、上述した、アクチュエータにより光ガイドの全反射面から漏れ出したエバネセント光を抽出する位置と抽出しない位置に駆動される光スイッチング部がある。

【0028】アクチュエータの電極対が光スイッチング部と共に動く第1の電極と、半導体基板に固定された第2の電極とを備えている場合、PN接合部は、第2の電極が半導体基板を覆う領域を囲うようにパターンニングすることが可能であり、スイッチングデバイスのレイアウトに沿ってPN接合部の面積を大きく確保できる。エバネセント光を利用したスイッチングデバイスに限らず、スイッチング部が電極対により半導体基板の表面に対しほぼ平行に駆動され、電極対がスイッチング部と共に動く第1の電極と、半導体基板に固定された第2の電極とを備えているスイッチングデバイスも同様にPN接合部を配置できる。

【0029】本発明のスイッチングデバイスはアクチュエータおよびスイッチング部が単独で半導体基板上に配置されたデバイスであっても良いが、複数のアクチュエータが半導体基板の表面にアレイ状に配置されており、これらのアクチュエータにより複数のスイッチング部がそれぞれ駆動されるスイッチングデバイスをIC基板を用いて構成することが可能である。これにより、2次元あるいは3次元などの画像を表示するデバイス、さらには、光通信、光演算、ホログラムメモリ等の光記録装置に用いられるデバイスなどを提供できる。エバネセント光を使用したスイッチングデバイスであれば、光ガイドと組み合わせることにより光スイッチングユニットとして提供でき、さらに、光スイッチングデバイスに対し表示用の光を入出力する手段と組み合わせることによりプロジェクタなどの映像表示装置を実現できる。

#### 【0030】

【発明の実施の形態】以下に図面を参照して本発明をさらに説明する。図6に、本発明に係るエバネセント波（エバネセント光）を利用して光を変調する映像表示デバイス（エバネセント光スイッチングデバイス）50の概要を示してある。本例のスイッチングデバイス50は、先に図2に基づき説明した光スイッチングデバイスと同様にエバネセント光を抽出可能な光スイッチング素子10が2次元に配列されたスイッチングデバイスであ

り、半導体基板20の上に、アクチュエータ6の層および光沢素子部3の層が積層された構成である。また、個々の光スイッチング素子10を構成する光学素子部3およびアクチュエータ6の構成は変わらないので、これらの詳しい説明は省略する。

【0031】本例のスイッチングデバイス50の半導体基板20は、P型基板71にN型の不純物が導入されたN型のウェル72が下電極8のレイアウトに合わせてパターンニングされており、さらに、それらの表面に酸化シリコンまたは窒化シリコンなどの保護層26が形成されている。アクチュエータ6を構成する電極対60のうち、上電極7は支柱11、アンカープレート9および接続電極12を介してP型基板71に電気的に接続されており、P型基板あるいは接続電極12を介して接地された状態となっている。一方、下電極8は、接続電極13を介してN型ウェル72に電気的に接続されており、このウェル72の内部、あるいは他の領域に配置されたCMOSによる駆動回路21により駆動信号が供給されるようになっている。

【0032】したがって、本例のスイッチングデバイス50においては、スイッチング素子10bに示すように、下電極8に駆動回路21から高電位が印加されると、スイッチング部である光学素子部3は半導体基板20の側に駆動されてオフになると共に、N型のウェル72はP型基板71に対し逆バイアス電圧が印加された状態となる。このため、ウェル72とP型基板71の境界領域（PN接合領域）73には空乏層79が形成され容量として機能する。したがって、本例のスイッチングデバイス50は、図5（a）または（b）に示したサンプルホールドとして機能する容量22が半導体基板20に作りこまれている。

【0033】一方、スイッチング素子10aに示した状態は、下電極8に低電位（接地電位）が印加されて光学素子3が光ガイド1に接した状態となり、上電極7のばね弾性によって保持される。このため、本例のスイッチングデバイス50は、駆動信号がいったん供給されると、その状態が記憶され、その次のタイミングで異なった駆動信号が供給されるまでスイッチングの状態が保持される。

【0034】図7に示したスイッチングデバイス50は本発明の異なる例であり、このスイッチングデバイス50の半導体基板20では、N型基板74の表面にアンカープレート9の配置に合わせてP型の拡散層75がパターンニングされている。そして、アクチュエータ6を構成する電極対60のうち、上電極7は支柱11、アンカープレート9および接続電極12を介してP型の拡散層75と電気的に接続され、下電極8は接続電極13を介してN型の基板74と電気的に接続されている。また、接続電極12は接地され、接続電極13には駆動回路21からの駆動信号が供給されるようにアレンジされてい

る。

【0035】したがって、本例のスイッチングデバイス50においても、スイッチング素子10bにおいて高電位が駆動回路21から接続電極13に供給されると、P拡散層75とN型基板74の境界領域73に空乏層79が形成され、サンプルホールドとなる容量22として機能する。

【0036】図8に示したスイッチングデバイス50は、本発明に係るさらに異なる例であり、先に図3を参照して説明したスイッチングデバイスに対応する例である。このスイッチングデバイス50は、アクチュエータ6を構成する電極対60として、上電極7および下電極8に加え、これらの間で駆動される中間電極61を備えている。このようなアクチュエータ6を駆動する制御方法はいくつかあるが、以下では、上電極7に高電位のバイアス電圧を印加し、下電極8を低電位（接地）すると共に、中間電極61に高電位および低電位（接地電位）を供給することによりアクチュエータ6を駆動する方法を例に説明する。

【0037】本例のスイッチングデバイス50の半導体基板20は、N型基板74が採用されており、下電極8の配置に対応する位置にP型の拡散層78がパターンニングされている。また、上電極7の配置に対応する位置には、P型のウェル76と、その中に位置するN型の拡散層77がパターンニングされている。そして、上電極7は接続電極12を介してN型の拡散層77と電気的に接続されており、下電極8は接続電極13を介してP型の拡散層78と電気的に接続されている。また、中間電極61は接続電極14を介してN型の基板74と接続され、さらに、接続電極14を介して駆動回路21から駆動信号が供給されるようになっている。

【0038】まず、スイッチング素子10aの状態では、中間電極61に対し下電極8と同様の接地電位が供給される。この結果、中間電極61は静電力により上電極7の側に駆動される。このとき、N型基板74とP型ウェル76は順電圧となるのに対し、P型ウェル76とN型の拡散層77は逆バイアスとなり、これらの境界のPN接合部73に空乏層79が広がる。したがって、この空乏層79がサンプルホールドとして機能する容量22となる。

【0039】スイッチング素子10bの状態では、中間電極61に上電極7と同様の高電位が供給される。この結果、中間電極61は静電力により下電極8の側に駆動される。このとき、N型基板74とP型の拡散層78は逆バイアスとなり、これらの境界のPN接合部73に空乏層79が広がる。したがって、この空乏層79がサンプルホールドとして機能する容量22となる。このように、駆動用の電極対60として中間電極61を備えたスイッチングデバイスであってもPN接合部によりサンプルホールドとして機能する容量を半導体基板20に作り

込むことができる。

【0040】これらの例に示したように、アクチュエータ6の電極対60を構成する電極が電気的に接続する半導体基板の領域に適当な導電型の拡散層あるいはウェルを形成することにより、電極が各々接続する半導体領域の間で、電極のペアに対し電気的に並列に接続され、駆動電圧に対し逆バイアスとなるPN接合部73を作り込むことができる。したがって、本例のスイッチングデバイス50においては駆動電圧を印加するとPN接合部73に空乏層79が広がり、サンプルホールドとしての機能を果たす容量が形成され、駆動電圧を所定の期間保持することができる。半導体基板上に適当な不純物をドーピングしてP型あるいはN型の拡散層を形成することはCMOS-IC基板を形成する工程では通常に行われることであり、本例の半導体基板20においても図6ないし図8には図示していないが駆動回路21を作り込むための必須のプロセスである。したがって、サンプルホールドとして機能するPN接合部73を半導体基板20に作り込むことは容易であり、そのために工数が増加することはほとんどなく、たとえ増加としても半導体基板を製造する工程としては通常の範囲に収まるものである。さらに、駆動回路21を構成するためのCMOS回路が配置されるウェルを有効に活用して電極間にPN接合部を配置することも可能であり、このようなパターンニングを採用すれば工数およびコストを増加することなくサンプルホールドを半導体基板に作り込むことができる。

【0041】さらに、PN接合部によりサンプルホールドとして機能する容量を半導体基板に作り込むと、同等の容量を確保するために新たに配線面積を広げたり、電極面積を広げる必要がない。したがって、半導体基板上における各々のスイッチング素子10の占有面積を最小限にすることが可能となり、高密度のスイッチングデバイスを提供することができる。そして、図1に示したように、本例のスイッチングデバイス50を光ガイド1と組み合わせることによりコンパクトな光スイッチングユニット55を提供することが可能となる。さらに、この光スイッチングユニット55をプロジェクタ80などの画像表示装置に組み込むことにより、いっそうコンパクトで画質の良い画像を表示可能な画像表示装置を提供できる。

【0042】また、拡散層あるいはウェルをパターンニングするときに、それらの面積や深さを制御することにより、サンプルホールドとして利用できる容量を簡単に制御することができる。駆動信号を長時間保持するためにはサンプルホールドとして利用できる容量が大きいことが望ましく、そのためにはウェルあるいは拡散層の面積を大きく確保できることが望ましい。上記の示したような電極対をアクチュエータの駆動機構として採用し、スイッチング部として光学素子部3を上下あるいは第1および第2の位置に動かすスイッチングデバイスにおいて

は、一方の電極がスイッチング部と連動して動き、他方の電極が半導体基板20に固定される。また、これらの電極対により所定の駆動力（静電力）を得るためには所定の電極面積が要求される。したがって、半導体基板20に固定された側の電極配置に沿って拡散層をパターンニングすることにより、電極とほぼ同レベルの面積の拡散層を半導体基板上に形成することが可能となる。このため、簡単に、占有面積を増やさずにサンプルホールドとして機能する大きな容量を確保することができる。

【0043】なお、上記では、上電極を接地した例、あるいは中間電極に駆動電圧を供給して駆動する例に基づき本発明を説明しているが、半導体基板に固定される下電極を接地したり、中間電極にバイアス電圧を印加して上電極および下電極で駆動することも可能である。これらに場合でも、適当な導電型の半導体基板を選択し、接続電極が接する半導体基板の表面に適当な導電型の拡散層を形成することにより上記と同様に駆動電圧に対し逆バイアスとなるPN接合部を形成することが可能である。

【0044】さらに、本例ではスイッチング部として光学素子部を備えた光スイッチングデバイスを例に説明しているが、半導体基板上にアクチュエータと他の機能、たとえばマイクロバルブなどの機能を果たすスイッチング部を搭載したスイッチングデバイスあるいはマイクロマシンに対しても本発明を適用することができる。また、アクチュエータも、本例の電極対を採用し静電力を利用したものに限らず、ヒエゾ素子あるいはその他の圧電素子などを用いてスイッチング部を駆動するタイプであっても良い。ヒエゾ素子を用いたアクチュエータであれば、ヒエゾ素子に電圧を印加する出力用の接続電極間にPN接合部をパターンニングすることにより上記の例と同様にサンプルホールドする機能を持たせることができる。

#### 【0045】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明のスイッチングデバイスは半導体基板と、この半導体基板の表面に構築された駆動用のアクチュエータと、このアクチュエータにより駆動されるスイッチング部とを有するスイッチングデバイスであって、アクチュエータに駆動電力を供給する接続線が半導体基板と電気的に接する領域の間に逆バイアスとなる少なくとも1つのPN接合部を形成するようにしている。このため、本発明のスイッチングデバイスにおいては、PN接合部に生ずる空乏層が駆動信号を保持するサンプルホールドとして機能させることができ、半導体基板内にコンパクトにサンプルホールド機能を作り込むことができる。したがって、本発明により、画素毎に映像信号などを記憶する機能を備えたコンパクトで動作速度の速いスイッチングデバイスを提供することが可能となり、高解像度の画像を表示する装

置、光通信、光演算、ホログラムメモリ等の光記録装置、さらには、光プリンターなどに好適なスイッチングデバイスを提供できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】エバネセント光を利用した映像表示デバイスを用いたプロジェクタの概要を示す図である。

【図2】エバネセント光を利用した映像表示デバイス（スイッチングデバイス）の概要を示す図である。

【図3】エバネセント光を利用したスイッチングデバイスの異なる例を示す図である。

【図4】図2あるいは図3に示す映像表示デバイスのスイッチング素子を駆動する駆動回路がアレイ状に配置されている状態を示す図である。

【図5】図4に示す駆動回路の一例であり、図5(a)は1つのメモリを備えた駆動回路の例であり、図5(b)は2つのメモリを備えた駆動回路の例である。

【図6】本発明の実施の形態に係る光スイッチングデバイスの概略を示す図である。

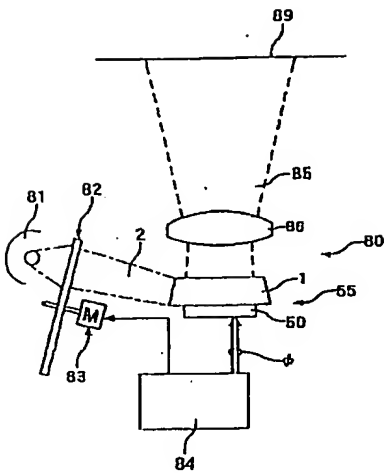
【図7】本発明の実施の形態に係る、上記と異なる光スイッチングデバイスの概要を示す図である。

【図8】本発明の実施の形態に係る、さらに異なる光スイッチングデバイスの概要を示す図である。

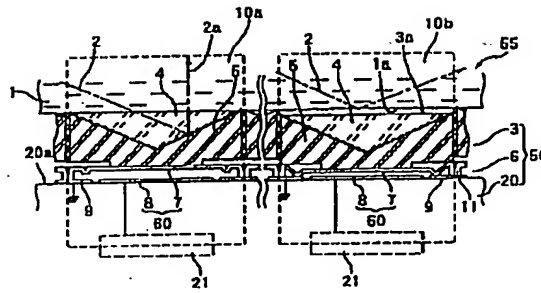
#### 【符号の説明】

- 1 導光板（光ガイド）
- 2 照明光
- 3 光学素子
- 4 マイクロプリズム
- 5 V型のサポート構造
- 6 アクチュエータ
- 7 上電極およびばね構造
- 8 下電極
- 9 アンカー
- 10 光スイッチング素子
- 11 ポスト（支柱）
- 12、13、14 接続用の電極（接続線）
- 20 半導体基板
- 21 駆動回路
- 22 サンプルホールド素子（容量）
- 50 映像表示デバイス
- 55 映像表示ユニット
- 60 電極対
- 61 中間電極
- 71 P型基板
- 72、77 N型拡散層
- 73 PN接合部
- 74 N型基板
- 75、76、77 P型拡散層
- 79 空乏層
- 80 プロジェクタ

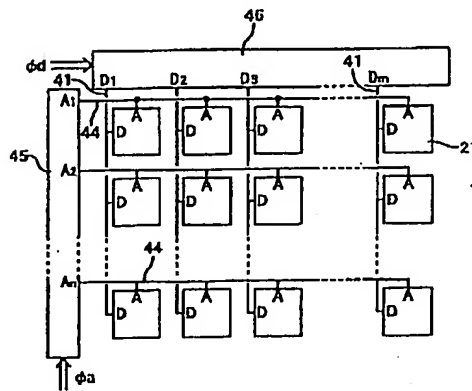
【図1】



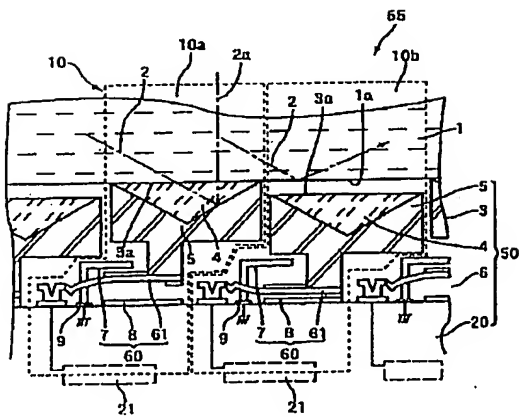
【図2】



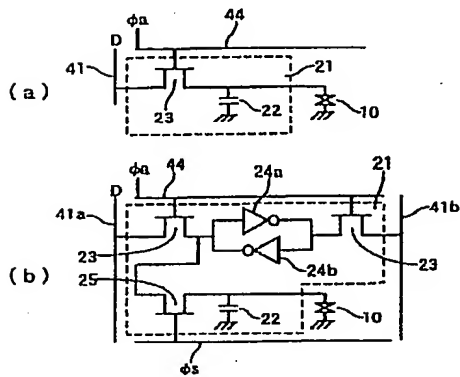
【図4】



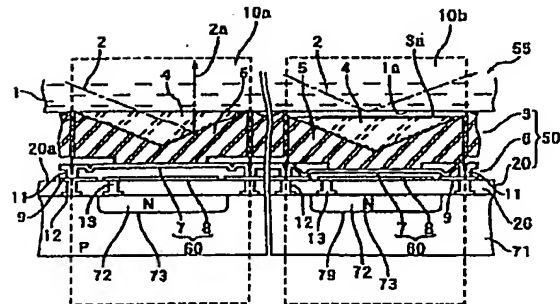
【図3】



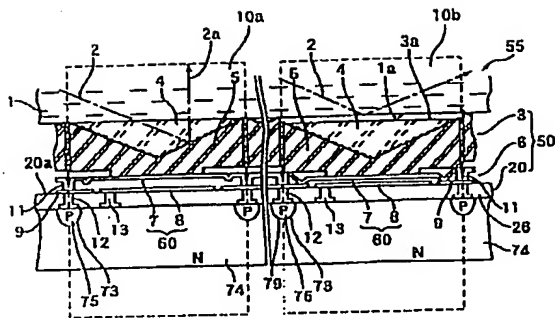
【図5】



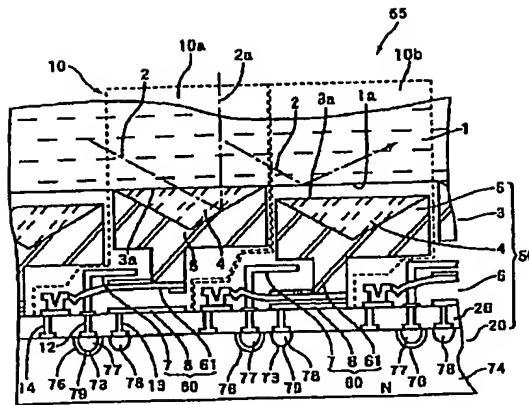
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>7</sup>

G09G 3/34

識別記号

FI

G09G 3/34

テマコード(参考)

Z